

# Sumario

|  |          |
|--|----------|
| <b>SUMARIO</b>   | <b>1</b> |
| <b>A. BATERÍAS</b>   | <b>3</b> |
| A.1. Baterías de Plomo-Ácido   | 3        |
| A.1.1. Tipos de batería Plomo-Ácido                                    | 3        |
| A.1.2. Características técnicas  | 5        |
| A.1.3. Vida Útil   | 5        |
| A.1.4. Operación y mantenimiento                                       | 5        |
| A.1.5. Seguridad y amenazas medioambientales                           | 6        |
| A.1.6. Conclusiones  | 6        |
| A.2. Baterías de Níquel-Cadmio y otras baterías de electrodo de Níquel | 7        |
| A.2.1. Tipos de batería de electrodo de Níquel                         | 7        |
| A.2.2. Características técnicas  | 9        |
| A.2.3. Vida útil   | 10       |
| A.2.4. Operación y mantenimiento                                       | 10       |
| A.2.5. Seguridad y amenazas medioambientales                           | 10       |
| A.2.6. Conclusiones  | 11       |
| A.3. Baterías de Sulfuro de Sodio (NAS)                                | 14       |
| A.3.1. Diseño de las celdas NAS  | 14       |
| A.3.2. Módulos de baterías NAS   | 15       |
| A.3.3. Características técnicas  | 16       |
| A.3.4. Conclusiones  | 16       |
| A.4. Baterías de Ión de Litio  | 17       |
| A.4.1. Tipos de batería Ión de Litio                                   | 17       |
| A.4.2. Características técnicas  | 17       |
| A.4.3. Vida Útil   | 18       |
| A.4.4. Características de carga  | 18       |
| A.4.5. Conclusiones  | 18       |
| A.5. Baterías de flujo Zinc-Bromo                                      | 20       |
| A.5.1. Características técnicas  | 20       |
| A.5.2. Vida Útil   | 20       |
| A.5.3. Construcción de la batería                                      | 20       |
| A.5.4. Conclusiones  | 21       |
| A.6. Baterías redox de Vanadio   | 22       |
| A.6.1. Características técnicas  | 22       |
| A.6.2. Vida Útil   | 22       |
| A.6.3. Construcción de la batería                                      | 22       |



|   |           |
|---|-----------|
| A.6.4. Conclusiones .....                     | 23        |
| A.7. Tabla comparativa de baterías .....      | 24        |
| <b>B. SIMULACIÓN EN PSS/E .....</b>           | <b>25</b> |
| B.1. Modelado de transformadores .....        | 25        |
| B.2. Simulación .....                         | 29        |
| B.2.1. Datos de salida de la simulación ..... | 32        |



## A. Baterías

En este apartado se describen los tipos de baterías considerados como candidatos para el módulo de alisamiento. En él se contemplan las principales características de cada uno de los tipos.

### A.1. Baterías de Plomo-Ácido

Durante más de un siglo, las baterías de plomo-ácido han sido las más utilizadas y las comercialmente más exitosas debido a ser un tipo de batería maduro, de bajo coste y de rápida disponibilidad.

#### A.1.1. Tipos de batería Plomo-Ácido

Se encuentran 2 grupos principales de baterías Plomo-Ácido:

- De electrolito inundado o ventiladas (VLA) donde los electrodos se encuentran sumergidos en exceso de electrolito líquido.
- Selladas o reguladas por válvula (VRLA), donde el electrolito se encuentra inmovilizado en un separador absorbente o en un gel.

Baterías de Plomo-Ácido ventiladas (**VLA**, *Vented Lead-Acid*)

---

Este tipo de baterías es el tradicional y el que continúa formando el grueso del mercado.

Puede ser desglosado en 3 categorías:

- Arranque, iluminación y encendido (**SLI**, *Starting, Lighting and Ignition Batteries*): Frecuentes en el mundo de la automoción. Económicas. Proveen un buen nivel de corriente a bajo coste. Ciclo de vida corto.
- De ciclo profundo o de tracción: diseñadas para aplicaciones donde tengan lugar descargas profundas.
- Estacionarias: generalmente se utilizan para suministrar energía en operaciones de control, así como proveer de energía de emergencia en subestaciones y sistemas de telecomunicaciones. Larga vida útil. Bajo mantenimiento



---

### Baterías de Plomo-Ácido reguladas por válvula (**VRLA**, *Valve Regulated Lead-Acid*)

---

Estas baterías se encuentran parcialmente selladas para evitar la evaporación del electrolito.

En comparación con las baterías **VLA**, presentan un ciclo de vida más corto, elevadas temperaturas y intolerancia al abuso.

Se presenta en dos grupos mayoritarios, dependiendo de como se inmoviliza el electrolito:

- *Absorbed Glass Mat (AGM) VRLA*, donde el electrolito se mantiene por un separador poroso absorbente, generalmente fabricado en fibra de vidrio.
- *Gelled electrolyte VRLA*, donde se añade un agente gelificante al electrolito líquido a fin de que este adopte la consistencia de gel.



### A.1.2. Características técnicas

A continuación se presentan los valores típicos de los distintos tipos de celda de plomo-ácido considerados:

| Tipo celda                                | SLI         | Ciclo profundo     | Estacionaria       |
|---|-------------|--------------------|--------------------|
| Tensión nominal ( $V_{DC}$ )              | 2           | 2                  | 2                  |
| Tensión en circuito abierto ( $V_{DC}$ )  | 1.90 ~ 2.15 | 1.90 ~ 2.15        | 1.90 ~ 2.15        |
| Tensión final de la carga ( $V_{DC}$ )    | 2.5         | 2.5                | 2.5                |
| Tensión final de la descarga ( $V_{DC}$ ) | 1.75        | 1.75               | 1.75               |
| Eficiencia (DC-a-DC)                      | 75% ~ 85%   | 75% ~ 85%          | 75% ~ 85%          |
| Temperatura de trabajo ( $^{\circ}C$ )    | -40 ~ 55    | -20 ~ 40           | -10 ~ 40           |
| Energía específica (Wh/kg)                | 35          | 25                 | 10 ~ 20            |
| Densidad de energía (Wh/L)                | 70          | 80                 | 50 ~ 70            |
| Densidad de potencia                      | Alta        | Moderadamente alta | Moderadamente alta |

Tabla A.1 Características técnicas de las baterías de Plomo-Ácido

### A.1.3. Vida Útil

| Batería           | Expectativa de vida [años] | Expectativa de vida [ciclos] |
|-------------------|----------------------------|------------------------------|
| SLI               | 5 – 7                      | 200 – 700                    |
| De ciclo profundo | 3 – 5                      | 1500                         |
| Estacionarias     | 15 – 30                    | -                            |
| VRLA              | 5 – 10                     | 250 – 500                    |

Tabla A.2 Vida útil de las baterías de Plomo-Ácido

### A.1.4. Operación y mantenimiento

Carga Flotante: se aplica una tensión constante en los terminales de una batería cargada completamente para producir una pequeña corriente de carga, usada para contrarrestar los efectos de la autodescarga.

Carga de equalización: las celdas de una batería experimentan diferentes condiciones ambientales, por lo que tienden a diferentes estados de carga a medida que se suceden los ciclos de la batería.



### **A.1.5. Seguridad y amenazas medioambientales**

Este tipo de baterías deben ser depositadas en contenedores especiales para ser recicladas adecuadamente debido a la toxicidad que presentan al contener plomo.

### **A.1.6. Conclusiones**

#### Ventajas

Bajo coste

Tecnología conocida

Rápida disponibilidad (cantidades, tamaños y diseños)

Comportamiento moderadamente bueno a bajas y altas temperaturas

Celdas de voltaje elevado (en comparación con otro tipo de celdas)

Componentes fácilmente reciclables

#### Desventajas

Energía específica baja

Potencia específica baja

Ciclo de vida relativamente corto

Mantenimiento elevado

Amenaza medioambiental (plomo y ácido sulfúrico)



## **A.2. Baterías de Níquel-Cadmio y otras baterías de electrodo de Níquel**

La tecnología basada en electrodos de níquel proporciona almacenamiento de energía en diversos campos de aplicación. Una de sus mayores virtudes es su durabilidad, ofreciendo así un buen ciclo de vida útil en comparación con otras tecnologías conocidas.

### **A.2.1. Tipos de batería de electrodo de Níquel**

En la actualidad, los tipos de baterías basadas en electrodo de níquel más comunes y con potencial para aplicaciones de almacenamiento a gran escala son los siguientes:

- Níquel-Hierro (NiFe)
- Níquel-Cadmio (Ni-Cd)
- Níquel-Hidrógeno (NiH<sub>2</sub>)
- Níquel-Hidruro metálico (NiMH)
- Níquel-Zinc (NiZn)





## A.2.2. Características técnicas

| Tipo celda                                      | NiCd Vented Pocket Plate | NiCd Vented Sintered Plate | NiCd sealed     | NiFe            | NiZn      | NiH <sub>2</sub>                     | NiMH            |
|---|--------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------------------|-----------------|
| Tensión nominal (V <sub>oc</sub> )              | 1,2                      | 1,2                        | 1,2             | 1,2             | 1,5       | 1,4                                  | 1,2             |
| Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )  | 1,29                     | 1,29                       | 1,29            | 1,37            | 1,73      | 1,32                                 | 1,4             |
| Tensión final de la carga (V <sub>oc</sub> )    | 1,5                      | 1,5                        | 1,5             | 1,5             | 2         | 1,5                                  | 1,5             |
| Tensión final de la descarga (V <sub>oc</sub> ) | 1                        | 1                          | 1               | 1,75            | 1,2       | 1                                    | 1               |
| Eficiencia (DC-a-DC)                            | 60% ~ 70%                | 60% ~ 70%                  | 60% ~ 70%       | 65% ~ 85%       | 65% ~ 85% | 65% ~ 85%                            | 65% ~ 85%       |
| Temperatura de trabajo (°C)                     | -20 ~ 45                 | -40 ~ 50                   | -40 ~ 45        | -10 ~ 45        | -10 ~ 50  | 0 ~ 50                               | -20 ~ 50        |
| Energía específica (Wh/kg)                      | 20                       | 30 ~ 37                    | 35              | 30              | 50 ~ 60   | 64                                   | 75              |
| Densidad de energía (Wh/L)                      | 40                       | 58 ~ 96                    | 100             | 55              | 80 ~ 120  | 105                                  | 240             |
| Densidad de potencia                            | Alta                     | Alta                       | Moderada a alta | Moderada a baja | Alta      | Moderada                             | Moderada a alta |
| Tasa de autodescarga (% por mes)                | 5                        | 10                         | 15 ~ 20         | 20 ~ 40         | <20       | Muy alta excp. a alta T <sup>a</sup> | 15 ~ 25         |

Tabla A.3 Características técnicas de las baterías de electrodo de Níquel



### A.2.3. Vida útil

| Batería                         | Expectativa de vida<br>[años] | Expectativa de vida<br>[ciclos] |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| NiCd Ventilada "Pocket Plate"   | 8 – 25                        | 500 – 2000                      |
| NiCd Ventilada "Sintered Plate" | 3 – 10                        | 500 – 2000                      |
| NiCd Sellada                    | 2 – 5                         | 300 – 700                       |
| NiFe                            | 8 – 25                        | 2000 – 4000                     |
| NiZn                            | -                             | 500                             |
| NiH <sub>2</sub>                | -                             | 1500 – 6000                     |
| Ni-MH                           | 2 – 5                         | 300 – 600                       |

*Tabla A.4 Vida útil de las baterías de electrodo de Níquel*

### A.2.4. Operación y mantenimiento

Carga Flotante: se aplica una tensión constante en los terminales de una batería cargada completamente para producir una pequeña corriente de carga, usada para contrarrestar los efectos de la autodescarga.

Reacondicionamiento: la batería es descargada en su totalidad y vuelta a cargar para mitigar los efectos de la degradación reversible.

Reposición de agua: es necesario añadir agua destilada a cada celda individual para compensar las pérdidas debidas a la evaporación y la electrólisis.

### A.2.5. Seguridad y amenazas medioambientales

Debe tenerse en cuenta la producción de hidrógeno y oxígeno durante la carga y descarga de las baterías por efecto de la electrólisis.

Particularmente, las baterías de NiCd son las más peligrosas debido a la alta toxicidad del cadmio. Este debe ser recogido en lugares especiales, para así poder ser reciclado para la fabricación de nuevas baterías.



## A.2.6. Conclusiones

### Baterías de Níquel Hierro

---

Diseñadas para sustituir a las baterías de Plomo-Ácido.

#### Ventajas

Extrema durabilidad

Relativa tolerancia al abuso físico y operacional:

- Sobrecarga
- Exceso de descarga
- Cortocircuitos
- Circuito abierto durante largos periodos

#### Desventajas

Alta variabilidad con la temperatura

Retención de carga pobre

Baja densidad de potencia

### Baterías de Níquel-Cadmio

---

Actualmente son las baterías de electrodo de níquel más utilizadas en el sector industrial.

#### Ventajas

Relativa tolerancia al abuso físico y operacional (en menor medida que NiFe):

- Sobrecarga
- Exceso de descarga
- Cortocircuitos
- Circuito abierto durante largos periodos

Relativamente económicas

Buena densidad de energía

Excelentes capacidades de suministro de potencia



Desventajas

Amenaza medioambiental (Cadmio, altamente tóxico)

Efecto memoria

Baterías de Níquel-Hidrógeno

---

Uso prácticamente exclusivo en aplicaciones aeroespaciales.

Ventajas

Ciclo de vida extremadamente largo

Bajo mantenimiento

Alta fiabilidad

Desventajas

Elevado coste

Baterías de Níquel-Hidruro metálico

---

Ventajas

Buena densidad de energía (mayor que equivalente en NiCd)

Ciclo de vida mejorado

Desventajas

Coste elevado

Menor tolerancia al abuso (que equivalente en NiCd):

- Sensibles a sobrecargas
- Sensibles a descargas completas

Dificultad de fabricación

Baterías de Níquel-Zinc

---

Se considera la tecnología menos madura de las baterías de electrodo de níquel.

Ventajas

Densidad de energía ligeramente mayor (que equivalente en NiCd)

Coste (menor que equivalente en NiCd, mayor que equivalente en Plomo-Ácido)



Desventajas

Ciclo de vida pobre (en comparación con equivalente en NiCd)

Idiosincrasias de los electrodos de níquel y zinc



## A.3. Baterías de Sulfuro de Sodio (NAS)

Fue durante los años 60 cuando se descubrió el potencial de este tipo de baterías debido a sus buenas características en términos de densidad de energía / potencia, eficiencia, coste de los materiales y expectativa de vida.

Actualmente, la compañía japonesa NGK es la única que comercializa con este tipo de baterías.

### A.3.1. Diseño de las celdas NAS

En el diseño de las celdas NAS desarrolladas por NGK, el electrodo negativo de sodio se encuentra en el centro rodeado del electrolito sólido de beta-alúmina (*BASE, beta-alumina solid electrolyte*), que a la vez se encuentra rodeado del electrodo positivo de sulfuro.

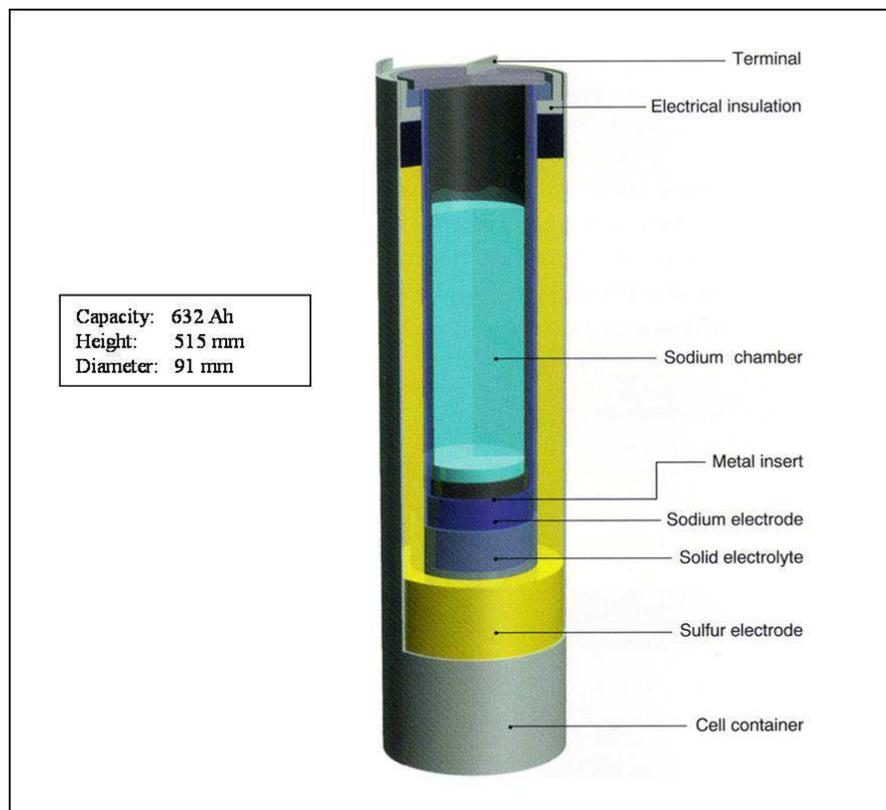


Figura A.1 NAS Battery Cell (Cortesía NGK)



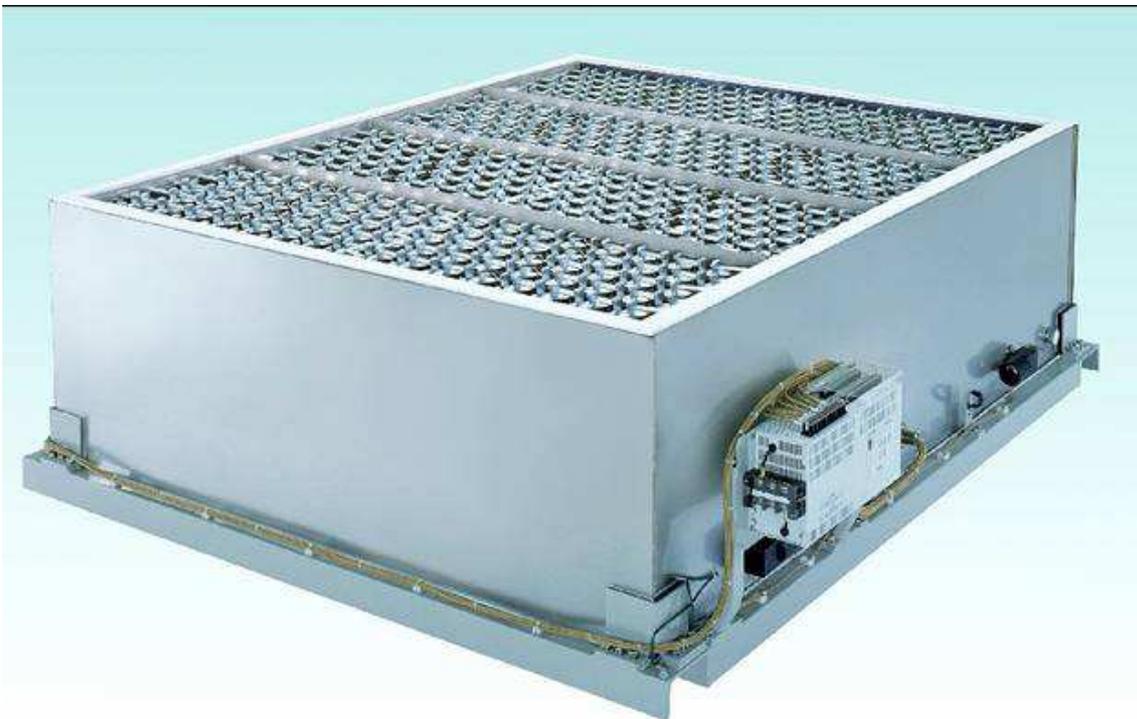
### A.3.2. Módulos de baterías NAS

A su vez, la compañía NGK ha diseñado las celdas NAS T5 para su uso en los siguientes módulos comerciales de baterías:

- Módulo NAS PS (Peak Shaving): diseñado para descargas de larga duración y caídas de tensión pequeñas. Cada módulo contiene entre 320 y 384 celdas dispuestas de forma de matrices de 8 celdas, suministrando así una tensión de salida del módulo de 64 a 128 V<sub>DC</sub>.
- Módulo NAS PQ (Power Quality): diseñado para suministro de potencia pulsante. Las 320 celdas que componen el módulo están conectadas en serie, permitiendo una tensión de salida de 640 V<sub>DC</sub>.

Cada módulo además incluye un calentador eléctrico para mantener una temperatura mínima de 290 °C en función de la aplicación.

A continuación se muestra un módulo NAS PS, más adecuado a los objetivos del proyecto, donde pueden diferenciarse las celdas en su interior.



*Figura A.2 NAS PS Module (Cortesía NGK)*



### A.3.3. Características técnicas

Tensión nominal ( $V_{DC}$ ): 2

Tensión en circuito abierto ( $V_{DC}$ ): 2.08

Eficiencia: ~ 89%

Energía específica (Wh/kg): 170

Densidad de energía (Wh/L): 345

Temperatura de trabajo (°C): 300 ~ 350

Altura: 515 mm

Diámetro: 91 mm

Peso: 5.5 kg



*Figura A.3 Celda NAS*

Cabe destacar que la vida útil de este tipo de celdas viene ligada a la profundidad de descarga a la que es sometida la batería.

### A.3.4. Conclusiones

#### Ventajas

Larga vida útil

Baja tasa de autodescarga

Alta energía específica y densidad de energía

No presenta efecto “memoria”

#### Desventajas

Alta eficiencia

Muy elevada temperatura de trabajo

Elevado coste



## A.4. Baterías de Ión de Litio

Este tipo de baterías están formadas por celdas que utilizan compuestos con inserciones de litio como electrodos positivo y negativo. Durante las cargas y recargas de la batería, los iones de litio  $\text{Li}^+$  circulan entre los electrodos.

A día de hoy, representan uno de los tipos más comunes en el mundo de la electrónica portátil debido a sus características.

### A.4.1. Tipos de batería Ión de Litio

Comercialmente, el material más utilizado para el cátodo es el grafito.

Para el ánodo se suele utilizar uno de estos 3 materiales: óxido de litio cobalto, fosfato de litio cobalto u óxido de litio manganeso.

Dependiendo del material compuesto utilizado para los electrodos, los parámetros de la celda pueden variar notablemente. A continuación se presenta una tabla con los valores típicos en conceptos de tensión y capacidad específica según el material utilizado en el ánodo:

| Material Cátodo                    | Tensión media | Capacidad específica |
|------------------------------------|---------------|----------------------|
| $\text{LiCoO}_2$                   | 3.7 V         | 140 mAh/g            |
| $\text{LiMn}_2\text{O}_4$          | 4.0 V         | 100 mAh/g            |
| $\text{LiFePO}_4$                  | 3.3 V         | 150 mAh/g            |
| $\text{Li}_2\text{FePO}_4\text{F}$ | 3.6 V         | 115 mAh/g            |

Tabla A.5 Tensión y capacidad específica en función del material del cátodo

### A.4.2. Características técnicas

Debido a su uso más extendido, los valores siguientes corresponden a las baterías de Ión de Litio con ánodo de  $\text{LiCoO}_2$  y cátodo de grafito.

Tensión nominal ( $V_{\text{DC}}$ ): 3.7

Tensión en circuito abierto ( $V_{\text{DC}}$ ): 4.1

Eficiencia: ~ 89%

Energía específica (Wh/kg): 150

Densidad de energía (Wh/L): 400



Densidad de potencia: Moderada; alta en diseños prismáticos

Tasa de autodescarga (% por mes): 2

Temperatura de trabajo (°C): -20 ~ 50

### **A.4.3. Vida Útil**

La expectativa de vida de las baterías de ión de litio, como en otros tipos de baterías, varía dependiendo de la profundidad de las descargas (DOD) a la que estas son sometidas.

DOD del 100% → ~ 3000 ciclos de carga-descarga

DOD entre 20% y 40% → > 20000 ciclos de carga-descarga

### **A.4.4. Características de carga**

Debido a los posibles riesgos de explosión, la degradación que se produce al sobrecargar las celdas y los daños irreversibles al descargar la celda por debajo de un cierto límite, es necesario el uso de un circuito de protección y gestión de la carga.

Generalmente, este circuito establece unos límites superior e inferior entre los cuales la batería puede ser cargada y descargada sin problemas. En caso contrario, el circuito de protección se encarga de la desconexión de la batería.

La carga de las baterías de ión de litio se distribuye en 3 fases

- Fase 1: se aplica una corriente constante límite hasta alcanzar la voltaje límite de la celda.
- Fase 2: se aplica el voltaje límite de la celda hasta que la corriente desciende por debajo del 3% de la corriente nominal de la fase 1.
- Fase 3: periódicamente, se recomienda realizar una carga completa cada 500 horas.

### **A.4.5. Conclusiones**

#### Ventajas

Selladas, no requieren mantenimiento

Larga vida útil

Amplio rango de temperatura de trabajo

Baja tasa de autodescarga

Capacidad de carga rápida

Alta energía específica y densidad de energía

No presenta efecto "memoria"



Desventajas

Coste inicial moderado

Necesidad de un circuito de protección

Degradación a altas temperaturas

Pérdida de capacidad cuando sobrecarga

Daños irreversibles en descargas bajo un límite



## A.5. Baterías de flujo Zinc-Bromo

Las baterías de Zinc-Bromo basan su atractivo tecnológico en su versatilidad a la hora de ser utilizadas tanto en sistemas de almacenamiento en redes como en vehículos gracias a la alta densidad de energía que proporcionan.

Forman parte del grupo de baterías de flujo, en las cuales existen dos electrolitos que se almacenan en tanques y son bombeados hacia la celda donde tiene lugar la reacción.

A pesar de ser un tipo de batería desarrollado, se encuentra en un estado poco maduro en comparación con otros tipos.

### A.5.1. Características técnicas

Tensión nominal ( $V_{DC}$ ): 1.8

Tensión en circuito abierto ( $V_{DC}$ ): 2

Tensión final de la carga ( $V_{DC}$ ): 2

Tensión final de la descarga ( $V_{DC}$ ): 0.5 ~ 1

Eficiencia (DC-a-DC): 70 ~ 80

Temperatura de trabajo ( $^{\circ}C$ ): 10 ~ 50

Energía específica (Wh/kg): 65 ~ 75

Densidad de energía (Wh/L): 60 ~ 70

Densidad de potencia: Moderada

Tasa de autodescarga (% por mes): 12 ~ 15

### A.5.2. Vida Útil

Actualmente, debido al desarrollo de electrodos de carbón y otros componentes, la vida útil de este tipo de baterías se ha visto incrementada notablemente.

DOD del 100% → >2000 ciclos de carga-descarga

### A.5.3. Construcción de la batería

Este tipo de baterías está compuesto por los siguientes subsistemas:

- Células apiladas
- Contenedores de electrolitos
- Sistemas de circulación y bombeo de electrolitos



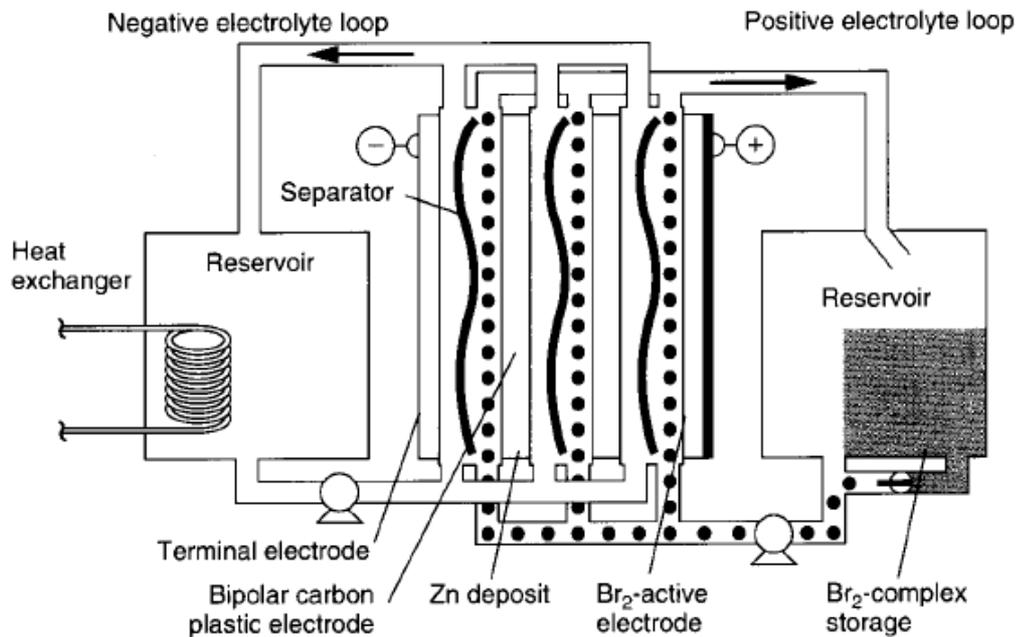


Figura A.4 Esquema módulo de 3 celdas Zn-Br (Cortesía de Exxon Research and Engineering Co. y Sandia National Laboratories.)

Cada celda está compuesta por 2 superficies de electrodo y es atravesada por 2 flujos de electrolito (catolito y anolito) separados por una membrana con microporos. Los dos electrolitos son soluciones acuosas de bromuro de zinc ( $ZnBr_2$ ).

#### A.5.4. Conclusiones

##### Ventajas

- Buen nivel de energía específica
- Buena eficiencia energética
- Materiales fácilmente disponibles y de bajo coste
- Bajo impacto medioambiental
- Trabaja a temperatura ambiente
- Densidad de potencia adecuada para la mayoría de aplicaciones
- Capacidad de carga rápida
- No se daña al realizar descargas 100% DOD

##### Desventajas

- Necesidad de sistema auxiliar para circulación y control de temperatura



## A.6. Baterías redox de Vanadio

Las baterías redox de vanadio, conocidas por sus siglas VRB (Vanadium Redox Battery), forman parte de las baterías de flujo redox, donde los electrolitos almacenados en tanques circulan a través de las celdas gracias a un sistema de bombeo.

Como característica destaca el hecho que los dos electrodos son de vanadio, evitando así la formación de dendritas o la contaminación por difusión a través de la membrana.

### A.6.1. Características técnicas

Tensión nominal ( $V_{DC}$ ): 1.25

Tensión en circuito abierto ( $V_{DC}$ ): 1.4

Eficiencia (DC-a-DC): ~75

Temperatura de trabajo ( $^{\circ}C$ ): 10 ~ 50

Energía específica (Wh/kg): ~10

Densidad de energía (Wh/L): ~10

Densidad de potencia: Moderada

Tasa de autodescarga (% por mes): 5 ~ 10

### A.6.2. Vida Útil

DOD del 100% → ~3000 ciclos de carga-descarga

### A.6.3. Construcción de la batería

Como en las baterías de Zinc-Bromo, este tipo de baterías también está compuesto por los siguientes subsistemas:

- Células apiladas
- Contenedores de electrolitos
- Sistemas de circulación y bombeo de electrolitos



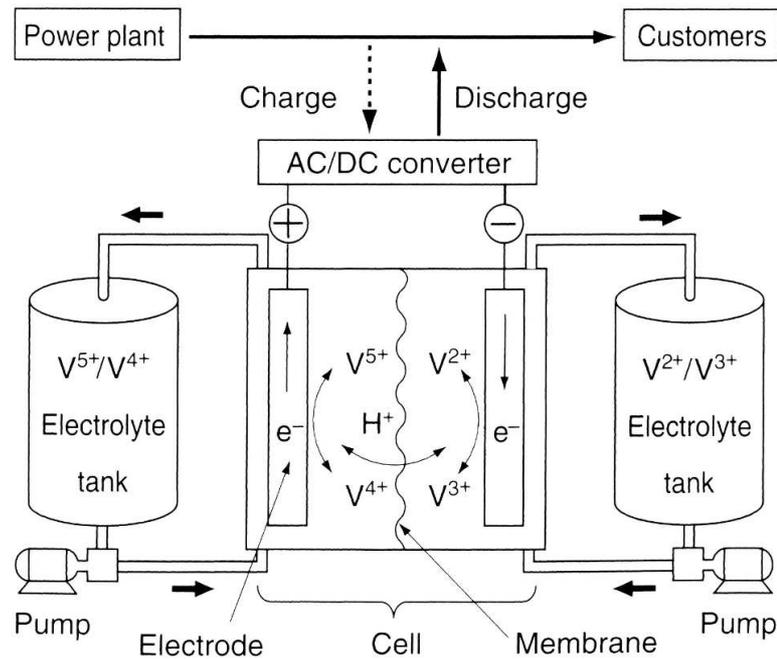


Figura A.5 Esquema módulo VRB compuesto por una única celda

#### A.6.4. Conclusiones

##### Ventajas

- Capacidad sin límite al aumentar el tamaño de los tanques de electrolito
- No se daña al realizar descargas 100% DOD
- No se daña al permanecer descargada por largos periodos de tiempo
- Puede ser cargada por simple sustitución del electrolito
- No se daña si accidentalmente se mezclan los electrolitos
- Trabaja a temperatura ambiente

##### Desventajas

- Densidad de energía pobre
- Energía específica pobre
- Necesidad de sistema auxiliar para circulación y control de temperatura
- El diseño del sistema debe asegurar la seguridad de todas las baterías



### A.7. Tabla comparativa de baterías

|                               | Vida útil                           | Temperatura de trabajo | Reciclabilidad Toxicidad | Energía específica [Wh/kg] | Precio (1 - 5) | Eficiencia | Capacidad gravimétrica [Ah/kg] | Tasa Autodescarga (% por mes)          | Observaciones                                |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|------------|--------------------------------|--|--|
| VLA SLI                       | 5-7 años<br>200-700 ciclos          | -40 a 55               | Contiene Plomo           | 35                         | 1              | 75 a 85    | 17,5                           | 2 a 3                                  | Candidata Lead-Acid a corto plazo            |
| VLA estacionarias             | 15-30 años                          | -10 a 40               | Contiene Plomo           | 10 a 20                    | 1              | 75 a 85    | 5 a 10                         | -                                      |  |
| VLA ciclo profundo            | 3-5 años<br>1500 ciclos             | -20 a 40               | Contiene Plomo           | 25                         | 1              | 75 a 85    | 12,5                           | 4 a 6                                  | Toxicidad a considerar                       |
| NiCd Ventilada "Pocket Plate" | 8-25 años<br>500-2000 ciclos        | -20 a 45               | Contiene Cadmio          | 20 a 27                    | 3              | 60 a 70    | 16,5 a 22,5                    | 5                                      |  |
| NiCd Sellada                  | 2-5 años<br>300-700 ciclos          | -40 a 45               | Contiene Cadmio          | 35 a 60                    | 2              | 60 a 70    | 29 a 50                        | 15                                     |  |
| NiFe                          | 8-25 años<br>2000-4000 ciclos       | -10 a 45               | -                        | 50                         | 3              | 65 a 85    | 41,5                           | 20 a 40                                | Candidata Níquel a corto plazo               |
| NiZn                          | 500 ciclos                          | -10 a 50               | -                        | 50 a 60                    | 3              | 65 a 85    | 33 a 40                        | <20                                    | Vida útil corta                              |
| NiH <sub>2</sub>              | 1500-6000 ciclos                    | 20 a 50                | -                        | 64 a 75                    | 3              | 65 a 85    | 45,5 a 53,5                    | Muy alta excepto a alta T <sub>a</sub> | Alta tasa de autodescarga                    |
| Ni-MH                         | 2-5 años<br>500-1000 ciclos         | -20 a 50               | -                        | 30 a 80                    | 3              | 65 a 85    | 25 a 66,5                      | 15 a 25                                | Alta tasa de autodescarga                    |
| NAS                           | Depende del DOD<br>1500-4500 ciclos | 300 a 350              | -                        | 170                        | 5              | ~89        | 85                             | -                                      | Módulos prefabricados de grandes dimensiones |
| Ión de Litio                  | Depende del DOD<br>500-3000 ciclos  | -20 a 50               | Environment friendly     | 150 a 200                  | 2              | ~89        | 45,5 a 60,5                    | 2                                      | Candidata óptima LiFePO <sub>4</sub>         |
| Baterías de flujo Zn-Br       | 100%DOD 2000 ciclos                 | 10 a 50                | -                        | 65 a 75                    | 5              | 70 a 80    | 36 a 44,5                      | 12 a 15                                | Requiere tanques y sistema de bombeo         |
| Baterías redox de Vanadio     | 100%DOD 3000 ciclos                 | 10 a 50                | -                        | 10 a 20                    | 5              | 75         | 8 a 16                         | 5 a 10                                 | Requiere tanques y sistema de bombeo         |



## B.Simulación en PSS/E

### B.1.Modelado de transformadores

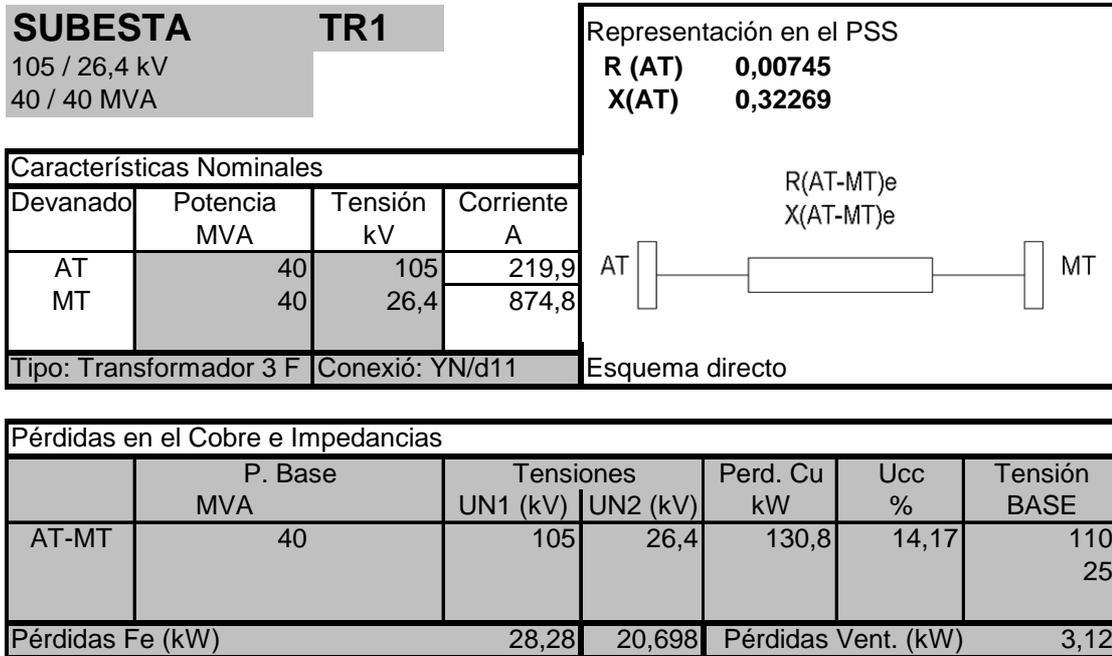


Figura B.1 Características del transformador situado en las subestaciones del tramo de red simulado



| <b>CT</b>                 | <b>TR</b>    | Representación en el PSS<br><b>R (AT) 1,05000</b><br><b>X(AT) 5,35809</b> |            |             |
|---------------------------|--------------|---|------------|-------------|
| 25 / 0,4 kV<br>1 / 1 MVA  |              |   |            |             |
| Características Nominales |              |   |            |             |
| Devanado                  | Potencia MVA |   | Tensión kV | Corriente A |
| MT                        | 1            | 25  | 23,1       |             |
| BT                        | 1            | 0,4   | 1443,4     |             |
| Tipo: Transformador 3 F   |              | Conexió: YN/d11   |            |             |
| Esquema directo           |              |   |            |             |

| Pérdidas en el Cobre e Impedancias |             |           |          |                     |       |              |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|---------------------|-------|--------------|
|                                    | P. Base MVA | Tensiones |          | Perd. Cu kW         | Ucc % | Tensión BASE |
|                                    |             | UN1 (kV)  | UN2 (kV) |                     |       |              |
| MT-BT                              | 1           | 25        | 0,4      | 10,5                | 5,46  | 25<br>0,4    |
| Pérdidas Fe (kW)                   |             | 1,7       |          | Pérdidas Vent. (kW) |       |              |
|                                    |             |           |          | 0                   |       |              |

Figura B.2 Características del transformador situado en los centros de transformación del tramo de red simulado



**FITXA  
TRANSFORMADOR**
**SUBESTA**
**TR1**
**105 / 26,4 kV  
40 / 40 MVA**
**IDENTIFICACIÓ / DESCRIPCIÓ**

|                           |               |             |                 |
|---------------------------|---------------|-------------|-----------------|
| DEPENDÈNCIA               | SUBESTA TR1   |             |                 |
| TRANSFORMADOR TRIFÀSIC DE | 105 / 26,4 kV | 40 / 40 MVA | Conexió: YN/d11 |
| REFRIGERACIÓ              | ONAF          | Nota N°     | ANY FABRICACIÓ  |
| TIPUS                     | INTEMPERIE    | CONSTRUCTOR | N° SERIE        |

**CARACTERÍSTIQUES DE REGULACIÓ**

|                            |         |         |
|----------------------------|---------|---------|
| COSTAT DE REGULACIÓ        | AT      | Neutras |
| N° POSICIONS DEL REGULADOR | 27      | 1       |
| POSICIÓ PRESA NEUTRA       | 14      |         |
| TENSIÓ PER PRESA (kV)      | 1,15385 |         |

| POSICIÓ<br>PRESA | RATIO<br>(tpu) | AT<br>(kV)     | Rt          | MT<br>(kV)   | BT<br>(kV) |
|------------------|----------------|----------------|-------------|--------------|------------|
| 1                | 1,03306        | 120,000        | 4,55        | 26,40        |            |
| 2                | 1,02312        | 118,846        | 4,50        | 26,40        |            |
| 3                | 1,01319        | 117,692        | 4,46        | 26,40        |            |
| 4                | 1,00326        | 116,538        | 4,41        | 26,40        |            |
| 5                | 0,99332        | 115,385        | 4,37        | 26,40        |            |
| 6                | 0,98339        | 114,231        | 4,33        | 26,40        |            |
| 7                | 0,97346        | 113,077        | 4,28        | 26,40        |            |
| 8                | 0,96353        | 111,923        | 4,24        | 26,40        |            |
| 9                | 0,95359        | 110,769        | 4,20        | 26,40        |            |
| 10               | 0,94366        | 109,615        | 4,15        | 26,40        |            |
| 11               | 0,93373        | 108,462        | 4,11        | 26,40        |            |
| 12               | 0,92379        | 107,308        | 4,06        | 26,40        |            |
| 13               | 0,91386        | 106,154        | 4,02        | 26,40        |            |
| 14               | <b>0,90393</b> | <b>105,000</b> | <b>3,98</b> | <b>26,40</b> |            |
| 15               | 0,89399        | 103,846        | 3,93        | 26,40        |            |
| 16               | 0,88406        | 102,692        | 3,89        | 26,40        |            |
| 17               | 0,87413        | 101,538        | 3,85        | 26,40        |            |
| 18               | 0,86419        | 100,385        | 3,80        | 26,40        |            |
| 19               | 0,85426        | 99,231         | 3,76        | 26,40        |            |
| 20               | 0,84433        | 98,077         | 3,72        | 26,40        |            |
| 21               | 0,83439        | 96,923         | 3,67        | 26,40        |            |
| 22               | 0,82446        | 95,769         | 3,63        | 26,40        |            |
| 23               | 0,81453        | 94,615         | 3,58        | 26,40        |            |
| 24               | 0,80459        | 93,462         | 3,54        | 26,40        |            |
| 25               | 0,79466        | 92,308         | 3,50        | 26,40        |            |
| 26               | 0,78473        | 91,154         | 3,45        | 26,40        |            |
| 27               | 0,77479        | 90,000         | 3,41        | 26,40        |            |

**CARACTERÍSTIQUES NOMINALS**

| ENROT-<br>LLAMENT | POTÈNCIA<br>MVA | TENSIÓ<br>kV | CORRENT<br>A |
|-------------------|-----------------|--------------|--------------|
| AT                | 40,00           | 105,00       | 219,94       |
| MT                | 40,00           | 26,40        | 874,77       |
| BT                |                 |              |              |

**PERDUES EN EL COURE I IMPEDÀNCIES**

| CONCEPTE  | AT - MT       | AT - BT | MT - BT |
|-----------|---------------|---------|---------|
| POT. BASE | 40,00         |         |         |
| UN1 (kV)  | 105,00        |         |         |
| UN2 (kV)  | 26,40         |         |         |
| PCU (kW)  | <b>130,80</b> |         |         |
| Ucc %     | <b>14,17</b>  |         |         |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| PERDUES EN EL FERRO (kW)   | <b>28,28</b> |
| PERDUES DE VENTILACIÓ (kW) | <b>3,12</b>  |

**PARÀMETRES PSS/E**

| IDENT. PSS/E | VALORS BASE |
|--------------|-------------|
| NUS FROM     | AT (kV)     |
| NUS TO       | 110         |
| CIRCUIT      |             |
|              | MT (kV)     |
|              | 25          |
|              | BT (kV)     |
|              |             |
|              | POT. (MVA)  |
|              | 100         |

**CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES (tpu)**

| UN1 (kV) | UN2 (kV) | R       | X       |
|----------|----------|---------|---------|
| 105      | 26,4     | 0,00745 | 0,32269 |

**IDENT. SISTEMÀTICA (tap)**

|           |    |
|-----------|----|
| REGULA:   | SI |
| TOMA DEF. | 5  |

Figura B.3 Ficha del transformador situado en las subestaciones del tramo de red simulado



**FICHA  
TRANSFORMADOR**

**MT/BT**

**TR**

**25 / 0,4 kV  
1 / 1 MVA**

**IDENTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN**

|                         |             |                  |                 |
|-------------------------|-------------|------------------|-----------------|
| DEPENDENCIA             | MT/BT       | TR               |                 |
| TRANSFORMADOR TRIFASICO | 25 / 0,4 kV | 1 / 1 MVA        |                 |
| REFRIGERACIÓN           | ON/AN       | Nota N°          | Año Fabricación |
| TIPO                    | INTEMPERIE  | CONSTRUCTOR      | CONSTRUCTOR     |
|                         |             | Conexión: YN/d11 |                 |
|                         |             | N° General       |                 |
|                         |             | N° Serie         |                 |

**CARACTERÍSTICAS DE REGULACIÓN**

|                             |    |         |
|-----------------------------|----|---------|
| LADO DE REGULACIÓN          | AT | Neutras |
| N° POSICIONES DEL REGULADOR | 1  | 0       |
| POSICIÓN TOMA NEUTRA        | 1  |         |
| TENSIÓN POR TOMA (kV)       | 0  |         |

| POSICIÓN TOMA | RATIO (tpu) | 1° (kV) | Rt    | 2° (kV) |
|---------------|-------------|---------|-------|---------|
| 1             | 1,00000     | 25,000  | 62,50 | 0,40    |

**CARACTERÍSTICAS NOMINALES**

| DEVANADO   | POTENCIA MVA | TENSIÓN kV | AMPERES A |
|------------|--------------|------------|-----------|
| PRIMARIO   | 1,00         | 25,00      | 23,09     |
| SECUNDARIO | 1,00         | 0,40       | 1443,38   |

**PÉRDIDAS EN EL COBRE E IMPEDANCIAS**

| CONCEPTO  | 1° - 2°      |
|-----------|--------------|
| POT. BASE | 1,00         |
| UN1 (kV)  | 25,00        |
| UN2 (kV)  | 0,40         |
| PCU (kW)  | <b>10,50</b> |
| Ucc %     | <b>5,46</b>  |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| PÉRDIDAS EN EL HIERRO (kW)   | <b>1,70</b> |
| PÉRDIDAS DE VENTILACIÓN (kW) | <b>0,00</b> |

**PARÁMETROS PSS/E**

|   |                     |         |         |
|---|---------------------|---------|---------|
| <b>IDENTIFICACIÓN PSS/E</b>             | <b>Valores BASE</b> |         |         |
| NUDO FROM                               | 1° (kV)             |         |         |
| NUDO TO                                 | 25                  |         |         |
| CIRCUITO                                | 2° (kV)             |         |         |
|   | 0,4                 |         |         |
| <b>TOMAS ESPECIFICAS (tpu)</b>          |                     |         |         |
| RMAX: 1,00000                           |                     |         |         |
| RMIN: 1,00000                           |                     |         |         |
| RNOM: 1,00000                           |                     |         |         |
| STEP: 0,00000                           |                     |         |         |
| STEP NTW.: 0,00000                      | POT. (MVA)          |         |         |
|   | 100                 |         |         |
| <b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (tpu)</b> |                     |         |         |
| UN1 (kV)                                | UN2 (kV)            | R       | X       |
| 25                                      | 0,4                 | 1,05000 | 5,35809 |
| <b>IDENT. SISTEMÁTICA (tap)</b>         |                     |         |         |
| REGULA:                                 | NO                  |         |         |
| TOMA DEF.                               | 1                   |         |         |

Figura B.4 Ficha del transformador situado en los centros de transformación del tramo de red simulado



## B.2. Simulación

Una vez definidos los modelos de la red y los transformadores a considerar, se han introducido dentro del modelo general de red para proceder a la simulación.

La siguiente imagen ilustra el aspecto de la pantalla del software, en este caso, del diagrama unifilar de las barras de media tensión de un centro de transformación.

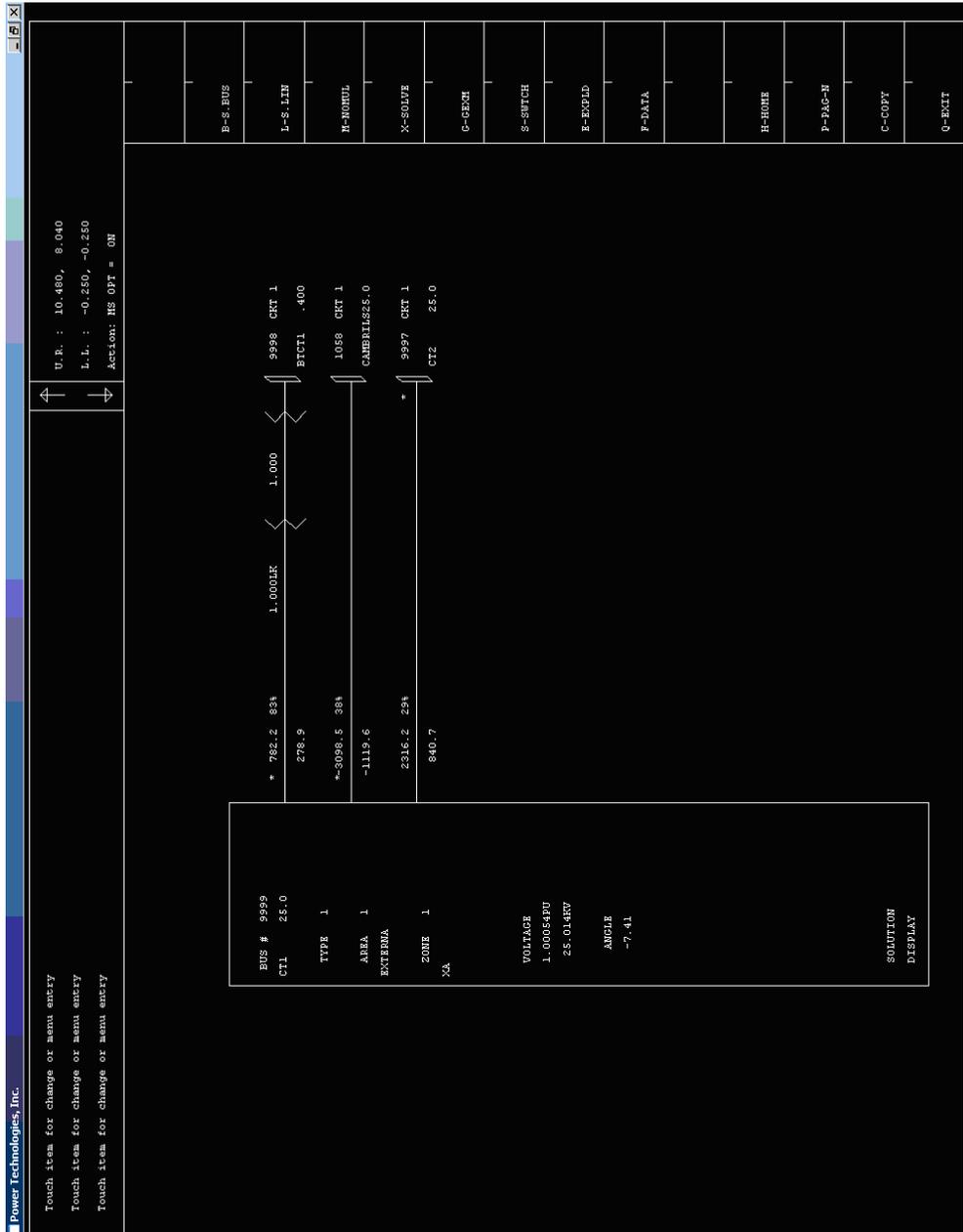


Figura B.5 Captura de pantalla del software de simulación PSS/E



A continuación, se han introducido en el programa los datos de entrada considerando los diferentes escenarios que se han contemplado de antemano.

Se especifica como penetración el porcentaje de domicilios que disponen de un módulo de alisamiento sobre el total de clientes que dependen de cada centro de transformación.

### ESTUDIO DE CARGAS

| <b>Zona horaria Valle</b> |                 |            |                 |            |
|---------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|                           | Caso Base       |            | Penetración 5%  |            |
|                           | P               | Q          | P               | Q          |
| CT1                       | 400             | 125        | 450             | 141        |
| CT2                       | 380             | 119        | 410             | 128        |
| CT3                       | 390             | 122        | 420             | 131        |
| CT4                       | 420             | 131        | 470             | 147        |
| <b>TOTAL</b>              | <b>1590</b>     | <b>496</b> | <b>1750</b>     | <b>546</b> |
|                           | Penetración 20% |            | Penetración 50% |            |
|                           | P               | Q          | P               | Q          |
| CT1                       | 465             | 145        | 550             | 172        |
| CT2                       | 440             | 137        | 520             | 162        |
| CT3                       | 450             | 141        | 535             | 167        |
| CT4                       | 480             | 150        | 570             | 178        |
| <b>TOTAL</b>              | <b>1835</b>     | <b>573</b> | <b>2175</b>     | <b>679</b> |

| <b>Zona horaria Punta</b> |                 |             |                 |             |
|---------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|                           | Caso Base       |             | Penetración 5%  |             |
|                           | P               | Q           | P               | Q           |
| CT1                       | 860             | 269         | 850             | 265         |
| CT2                       | 840             | 262         | 810             | 253         |
| CT3                       | 850             | 265         | 820             | 256         |
| CT4                       | 880             | 275         | 860             | 269         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>3430</b>     | <b>1071</b> | <b>3340</b>     | <b>1043</b> |
|                           | Penetración 20% |             | Penetración 50% |             |
|                           | P               | Q           | P               | Q           |
| CT1                       | 820             | 256         | 775             | 242         |
| CT2                       | 800             | 250         | 730             | 228         |
| CT3                       | 810             | 253         | 740             | 231         |
| CT4                       | 840             | 262         | 800             | 250         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>3270</b>     | <b>1021</b> | <b>3045</b>     | <b>951</b>  |

Tabla B.1 Estudio de las cargas correspondientes a los centros de transformación del tramo de red a simular

Una vez introducidos los datos, se ha realizado la simulación utilizando el método de convergencia Full Newton-Raphson que ofrece el software PSS/E. Los datos de salida de la simulación se adjuntan en el apéndice B.



## ESTUDIO DE PÉRDIDAS (valores en kW)

**Zona horaria Valle**

| Penetración | Carga en clientes (kW) | Tramo 1 | CT-1 | Tramo 2 | CT-2 | Tramo 3 | CT-3 | Tramo 4 | CT-4 | TOTAL | ΔP   |
|-------------|------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-------|------|
| 0%          | 1590                   | 7,29    | 1,85 | 4,1     | 1,68 | 1,9     | 1,78 | 0,51    | 2,08 | 21,19 | 0    |
| 5%          | 1750                   | 8,88    | 2,36 | 4,91    | 1,97 | 2,31    | 2,08 | 0,65    | 2,62 | 25,78 | 4,59 |
| 20%         | 1835                   | 9,78    | 2,52 | 5,47    | 2,27 | 2,53    | 2,4  | 0,68    | 2,74 | 28,39 | 7,2  |
| 50%         | 2175                   | 13,9    | 3,56 | 7,79    | 3,21 | 3,62    | 3,43 | 0,97    | 3,91 | 40,39 | 19,2 |

**Zona horaria Punta**

| Penetración | Carga en clientes (kW) | Tramo 1 | CT-1 | Tramo 2 | CT-2 | Tramo 3 | CT-3 | Tramo 4 | CT-4 | TOTAL  | ΔP    |
|-------------|------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|-------|
| 0%          | 3430                   | 36,14   | 9    | 20,44   | 8,74 | 9,32    | 9,07 | 2,42    | 9,82 | 104,95 | 0     |
| 5%          | 3340                   | 34,15   | 8,77 | 19,12   | 8,1  | 8,76    | 8,41 | 2,31    | 9,34 | 98,96  | 5,99  |
| 20%         | 3270                   | 32,65   | 8,14 | 18,46   | 7,89 | 8,42    | 8,19 | 2,19    | 8,88 | 94,82  | 10,13 |
| 50%         | 3045                   | 28,09   | 7,23 | 15,71   | 6,51 | 7,27    | 6,77 | 1,97    | 7,99 | 81,54  | 23,41 |

Tabla B.2 Estudio de las pérdidas correspondientes a los centros de transformación resultado de la simulación



Tramo 1: tramo comprendido entre los nodos #1058 y #9999

Tramo 2: tramo comprendido entre los nodos #9999 y #9997

Tramo 3: tramo comprendido entre los nodos #9997 y #9995

Tramo 4: tramo comprendido entre los nodos #9995 y #9993

CT-1: centro de transformación comprendido entre los nodos #9999 y #9998

CT-2: centro de transformación comprendido entre los nodos #9997 y #9996

CT-3: centro de transformación comprendido entre los nodos #9995 y #9994

CT-4: centro de transformación comprendido entre los nodos #9993 y #9992

### **B.2.1. Datos de salida de la simulación**

A continuación se incluyen los datos de salida de la simulación realizada mediante el software PSS®E.



ESCAMARIO VALLE 1.590 MW SIN APORTACION DE SISTEMAS AUTÓMOMOS

|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
|-------------------|------|------|------|-----|----------|---------|---------|----|--------|-----|-------|----------|-------------|----|-------|----------|---------|--|
| BUS BTCT1         | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9979 | PU  | -8.10 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9998  | [BTCT1   | .400]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 0.3991 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 400.0    | 125.0   | 419.1   |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -400.0   | -125.0  | 419.0   | 42 | 1.0000 | 00N |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.85  |          | 9.45    |  |
| BUS BTCT2         | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9943 | PU  | -8.15 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9996  | [BTCT2   | .400]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 0.3977 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 380.0    | 119.0   | 398.2   |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -379.9   | -119.0  | 398.1   | 40 | 1.0000 | 00N |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.68  |          | 8.59    |  |
| BUS BTCT3         | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9913 | PU  | -8.26 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9994  | [BTCT3   | .400]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 0.3965 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 390.0    | 122.0   | 408.6   |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -390.0   | -122.0  | 408.6   | 41 | 1.0000 | 00N |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.78  |          | 9.10    |  |
| BUS BTCT4         | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9890 | PU  | -8.39 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9992  | [BTCT4   | .400]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 0.3956 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 420.0    | 131.0   | 440.0   |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -419.9   | -130.9  | 439.8   | 44 | 1.0000 | 00N |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.08  |          | 10.60   |  |
| BUS SUBESTA       | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0144 | PU  | -6.82 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 1058  | [SUBESTA | 25.0]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 25.360 | KV  |       | INTERNA  | 3           | TA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3 |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO SWITCHED SHUNT |      |      |      |     | 0.0      | -6173.9 | 6173.9  |    |        |     |       |          |             |    |       |          |         |  |
| TO SUBESTA        | 110  | 1060 | 2    | 1   | -19878.1 | -28.3   | 19878.1 | 49 | 0.9635 | 00N |       | INTERNA  | 3           | TA | 28.61 |          | 1239.15 |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 1611.1   | 547.3   | 1701.5  | 20 |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 7.29  |          | 6.76    |  |
| BUS CT1           | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0090 | PU  | -6.95 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9999  | [CT1     | 25.0]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 25.225 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 401.8    | 134.4   | 423.7   | 42 | 1.0000 | 01K |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.85  |          | 9.45    |  |
| TO SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -1603.8  | -540.5  | 1692.5  | 20 |        |     |       | INTERNA  | 3           | TA | 7.29  |          | 6.76    |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 1202.0   | 406.1   | 1268.7  | 15 |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 4.10  |          | 3.80    |  |
| BUS CT2           | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0049 | PU  | -7.06 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9997  | [CT2     | 25.0]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 25.123 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 381.6    | 127.6   | 402.4   | 40 | 1.0000 | 01K |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.68  |          | 8.59    |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -1197.9  | -402.3  | 1263.6  | 15 |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 4.10  |          | 3.80    |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 816.2    | 274.8   | 861.2   | 10 |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.90  |          | 1.77    |  |
| BUS CT3           | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0022 | PU  | -7.13 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9995  | [CT3     | 25.0]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 25.054 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 391.7    | 131.1   | 413.1   | 41 | 1.0000 | 01K |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.78  |          | 9.10    |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -814.3   | -273.0  | 858.9   | 10 |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.90  |          | 1.77    |  |
| TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 422.6    | 142.0   | 445.8   | 5  |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 0.51  |          | 0.48    |  |
| BUS CT4           | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0007 | PU  | -7.16 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9993  | [CT4     | 25.0]   |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    | 25.018 | KV  |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR    |  |
| TO BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 421.9    | 141.5   | 445.0   | 44 | 1.0000 | 01K |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.08  |          | 10.60   |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -422.0   | -141.5  | 445.1   | 5  |        |     |       | EXTERNA  | 1           | XA | 0.51  |          | 0.48    |  |



ESCENARIO VALLE 3.430 MW SIN APORTACION DE SISTEMAS AUTÓNOMOS

|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
|-------------------|------|------|------|-----|----------|---------|---------|----|--------|-----|--------|----------|-------------|----|-------|----------|-------|--|
| BUS BTCT1         | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9731 | PU  | -10.08 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9998  | [BTCT1   | .400] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 860.0    | 269.0   | 901.1   |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -860.0   | -269.0  | 901.0   | 93 | 1.0000 | 0UN |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.00  | 45.94    |       |  |
| BUS BTCT2         | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9643 | PU  | -10.29 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9996  | [BTCT2   | .400] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 840.0    | 262.0   | 879.9   |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -839.9   | -262.0  | 879.8   | 91 | 1.0000 | 0UN |        | EXTERNA  | 1           | XA | 8.74  | 44.60    |       |  |
| BUS BTCT3         | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9577 | PU  | -10.50 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9994  | [BTCT3   | .400] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 850.0    | 265.0   | 890.4   |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -849.9   | -265.0  | 890.3   | 93 | 1.0000 | 0UN |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.07  | 46.30    |       |  |
| BUS BTCT4         | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9534 | PU  | -10.69 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9992  | [BTCT4   | .400] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 880.0    | 275.0   | 922.0   |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -879.9   | -275.0  | 921.9   | 97 | 1.0000 | 0UN |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.82  | 50.09    |       |  |
| BUS SUBESTA       | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0104 | PU  | -7.24  | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 1058  | [SUBESTA | 25.0] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | INTERNA  | 3           | TA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO LOAD-PQ        |      |      |      |     | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3 |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO SWITCHED SHUNT |      |      |      |     | 0.0      | -6124.9 | 6124.9  |    |        |     |        |          |             |    |       |          |       |  |
| TO SUBESTA        | 110  | 1060 | 2    | 1   | -21801.8 | -851.2  | 21818.4 | 54 | 0.9635 | 0UN |        | INTERNA  | 3           | TA | 34.74 | 1504.82  |       |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 3534.9   | 1321.1  | 3773.7  | 43 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 36.14 | 33.53    |       |  |
| BUS CT1           | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9982 | PU  | -7.53  | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9999  | [CT1     | 25.0] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 869.0    | 314.9   | 924.3   | 93 | 1.0000 | 0LK |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.00  | 45.94    |       |  |
| TO SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -3498.7  | -1287.6 | 3728.1  | 43 |        |     |        | INTERNA  | 3           | TA | 36.14 | 33.53    |       |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 2629.7   | 972.7   | 2803.9  | 33 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 20.44 | 18.96    |       |  |
| BUS CT2           | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9890 | PU  | -7.75  | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9997  | [CT2     | 25.0] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 848.7    | 306.6   | 902.3   | 91 | 1.0000 | 0LK |        | EXTERNA  | 1           | XA | 8.74  | 44.60    |       |  |
| TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -2609.3  | -953.7  | 2778.1  | 33 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 20.44 | 18.96    |       |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 1760.6   | 647.2   | 1875.7  | 22 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.32  | 8.64     |       |  |
| BUS CT3           | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9828 | PU  | -7.90  | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9995  | [CT3     | 25.0] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 859.0    | 311.3   | 913.6   | 93 | 1.0000 | 0LK |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.07  | 46.30    |       |  |
| TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -1751.3  | -638.5  | 1864.0  | 22 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.32  | 8.64     |       |  |
| TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 892.2    | 327.3   | 950.3   | 11 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 2.42  | 2.25     |       |  |
| BUS CT4           | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9797 | PU  | -7.98  | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9993  | [CT4     | 25.0] |  |
|                   |      |      |      |     |          |         |         |    |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |  |
| TO BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 889.7    | 325.1   | 947.2   | 97 | 1.0000 | 0LK |        | EXTERNA  | 1           | XA | 9.82  | 50.09    |       |  |
| TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -889.8   | -325.0  | 947.3   | 11 |        |     |        | EXTERNA  | 1           | XA | 2.42  | 2.25     |       |  |



| ESCENARIO 1. 750 MW CON UNA APORTACIÓN DEL 5% DE SISTEMAS AUTÓNOMOS |                   |      |      |      |     |         |        |        |    |          |       |          |             |    |       |          |       |
|---|-------------------|------|------|------|-----|---------|--------|--------|----|----------|-------|----------|-------------|----|-------|----------|-------|
| BUS   | BTCT1             | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 0.9955PU | -8.29 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9998  | [BTCT1   | .400] |
| TO  | LOAD-PQ           |      |      |      |     |         |        |        |    | 0.3982KV |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -450.0  | -141.0 | 471.6  | 47 | 1.0000UN |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.36  | 12.02    |       |
| BUS   | BTCT2             | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 0.9922PU | -8.30 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9996  | [BTCT2   | .400] |
|   | TO LOAD-PQ        |      |      |      |     |         |        |        |    | 0.3969KV |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -410.0  | -128.0 | 429.5  | 43 | 1.0000UN |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.97  | 10.04    |       |
| BUS   | BTCT3             | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 0.9888PU | -8.42 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9994  | [BTCT3   | .400] |
|   | TO LOAD-PQ        |      |      |      |     |         |        |        |    | 0.3955KV |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -420.0  | -131.0 | 440.0  | 44 | 1.0000UN |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.08  | 10.61    |       |
| BUS   | BTCT4             | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 0.9857PU | -8.61 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9992  | [BTCT4   | .400] |
|   | TO LOAD-PQ        |      |      |      |     |         |        |        |    | 0.3943KV |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -470.0  | -147.0 | 492.5  | 50 | 1.0000UN |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.62  | 13.37    |       |
| BUS   | SUBESTA           | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 1.0141PU | -6.85 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 1058  | [SUBESTA | 25.0] |
|   | TO LOAD-PQ        |      |      |      |     |         |        |        |    | 25.352KV |       | INTERNA  | 3           | TA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO SWITCHED SHUNT |      |      |      |     |         |        |        |    |          |       | INTERNA  | 3           | TA | 29.10 | 1260.59  |       |
|   | TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 1775.8  | 608.6  | 1877.2 | 22 |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 8.88  | 8.23     |       |
| BUS   | CT1               | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 1.0081PU | -7.00 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9999  | [CT1     | 25.0] |
|   | TO BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 452.4   | 153.0  | 477.5  | 47 | 1.0000LK |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -1766.9 | -600.3 | 1866.1 | 22 |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.36  | 12.02    |       |
|   | TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 1314.5  | 447.3  | 1388.6 | 16 |          |       | INTERNA  | 3           | TA | 8.88  | 8.23     |       |
| BUS   | CT2               | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 1.0037PU | -7.12 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9997  | [CT2     | 25.0] |
|   | TO BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 412.0   | 138.0  | 434.5  | 43 | 1.0000LK |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -1309.6 | -442.8 | 1382.4 | 16 |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 1.97  | 10.04    |       |
|   | TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 897.7   | 304.7  | 948.0  | 11 |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 4.91  | 4.56     |       |
| BUS   | CT3               | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 1.0006PU | -7.19 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9995  | [CT3     | 25.0] |
|   | TO BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 422.1   | 141.6  | 445.2  | 44 | 1.0000LK |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -895.3  | -302.6 | 945.1  | 11 |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.08  | 10.61    |       |
|   | TO CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 473.3   | 161.0  | 499.9  | 6  |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.31  | 2.14     |       |
| BUS   | CT4               | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW      | KVAR   | KVA    | %I | 0.9990PU | -7.23 | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9993  | [CT4     | 25.0] |
|   | TO BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 472.6   | 160.4  | 499.1  | 50 | 1.0000LK |       | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
|   | TO CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -472.6  | -160.4 | 499.1  | 6  |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 2.62  | 13.37    |       |
|   |                   |      |      |      |     |         |        |        |    |          |       | EXTERNA  | 1           | XA | 0.65  | 0.60     |       |





| ESCEMARIO 1. 835 KW CON UNA APORTACION DEL 20% DE SISTEMAS AUTÓMOMOS |                |      |      |      |     |          |         |  |    |          |       |                     |              |      |                     |               |
|--|----------------|------|------|------|-----|----------|---------|--|----|----------|-------|---------------------|--------------|------|---------------------|---------------|
| BUS  | BTCT1          | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA  | %I | 0.9946PU | -8.37 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9998 | [BTCT1<br>LOSS KW   | .400]<br>KVAR |
| TO   | LOAD-PQ        |      |      | 1    |     | 465.0    | 145.0   | 487.1  |    | 0.3979KV |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.52                | 12.85         |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -465.0   | -145.0  | 487.1  | 49 | 1.0000UN |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.27                | 11.60         |
| BUS  | BTCT2          | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>0.9906PU</td> <td>-8.42</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9996</td> <td>[BTCT2<br/>LOSS KW</td> <td>.400]<br/>KVAR</td>   | %I | 0.9906PU | -8.42 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9996 | [BTCT2<br>LOSS KW   | .400]<br>KVAR |
| TO   | LOAD-PQ        |      |      | 1    |     | 440.0    | 137.0   | 460.8  |    | 0.3962KV |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.27                | 11.60         |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -440.0   | -137.0  | 460.8  | 47 | 1.0000UN |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.27                | 11.60         |
| BUS  | BTCT3          | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>0.9870PU</td> <td>-8.54</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9994</td> <td>[BTCT3<br/>LOSS KW</td> <td>.400]<br/>KVAR</td>   | %I | 0.9870PU | -8.54 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9994 | [BTCT3<br>LOSS KW   | .400]<br>KVAR |
| TO   | LOAD-PQ        |      |      | 1    |     | 450.0    | 141.0   | 471.6  |    | 0.3948KV |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.40                | 12.23         |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -450.0   | -141.0  | 471.6  | 48 | 1.0000UN |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.40                | 12.23         |
| BUS  | BTCT4          | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>0.9845PU</td> <td>-8.68</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9992</td> <td>[BTCT4<br/>LOSS KW</td> <td>.400]<br/>KVAR</td>   | %I | 0.9845PU | -8.68 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9992 | [BTCT4<br>LOSS KW   | .400]<br>KVAR |
| TO   | LOAD-PQ        |      |      | 1    |     | 480.0    | 150.0   | 502.9  |    | 0.3938KV |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.74                | 13.98         |
| TO   | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -480.0   | -150.0  | 502.9  | 51 | 1.0000UN |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.74                | 13.98         |
| BUS  | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>1.0139PU</td> <td>-6.87</td> <td>X-AREA-X<br/>INTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>1058</td> <td>[SUBESTA<br/>LOSS KW</td> <td>25.0]<br/>KVAR</td> | %I | 1.0139PU | -6.87 | X-AREA-X<br>INTERNA | X---ZONE---X | 1058 | [SUBESTA<br>LOSS KW | 25.0]<br>KVAR |
| TO   | LOAD-PQ        |      |      | 2    |     | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3  |    | 25.347KV |       | INTERNA             | 3            | TA   | 29.37               | 1272.09       |
| TO   | SWITCHED SHUNT |      |      |      |     | 0.0      | -6167.9 | 6167.9   |    |          |       | INTERNA             | 3            | TA   | 29.37               | 1272.09       |
| TO   | SUBESTA        | 110  | 1060 | 2    | 1   | -20130.4 | -127.8  | 20130.8  | 50 | 0.9635UN |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 9.78                | 9.08          |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 1863.4   | 640.8   | 1970.5   | 23 |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 9.78                | 9.08          |
| BUS  | CT1            | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>1.0076PU</td> <td>-7.03</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9999</td> <td>[CT1<br/>LOSS KW</td> <td>25.0]<br/>KVAR</td>     | %I | 1.0076PU | -7.03 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9999 | [CT1<br>LOSS KW     | 25.0]<br>KVAR |
| TO   | BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 467.5    | 157.8   | 493.4  | 49 | 1.0000LK |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.52                | 12.85         |
| TO   | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -1853.6  | -631.7  | 1958.3   | 23 |          |       | INTERNA             | 3            | TA   | 9.78                | 9.08          |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 1386.1   | 473.9   | 1464.9   | 17 |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 5.47                | 5.08          |
| BUS  | CT2            | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>1.0029PU</td> <td>-7.15</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9997</td> <td>[CT2<br/>LOSS KW</td> <td>25.0]<br/>KVAR</td>     | %I | 1.0029PU | -7.15 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9997 | [CT2<br>LOSS KW     | 25.0]<br>KVAR |
| TO   | BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 442.3    | 148.6   | 466.6  | 47 | 1.0000LK |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.27                | 11.60         |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -1380.6  | -468.8  | 1458.0   | 17 |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 5.47                | 5.08          |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 938.3    | 320.2   | 991.5  | 11 |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.53                | 2.35          |
| BUS  | CT3            | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>0.9997PU</td> <td>-7.23</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9995</td> <td>[CT3<br/>LOSS KW</td> <td>25.0]<br/>KVAR</td>     | %I | 0.9997PU | -7.23 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9995 | [CT3<br>LOSS KW     | 25.0]<br>KVAR |
| TO   | BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 452.4    | 153.2   | 477.6  | 48 | 1.0000LK |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.40                | 12.23         |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -935.8   | -317.8  | 988.3  | 11 |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.53                | 2.35          |
| TO   | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 483.4    | 164.6   | 510.7  | 6  |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 0.68                | 0.63          |
| BUS  | CT4            | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA <td>%I</td> <td>0.9981PU</td> <td>-7.27</td> <td>X-AREA-X<br/>EXTERNA</td> <td>X---ZONE---X</td> <td>9993</td> <td>[CT4<br/>LOSS KW</td> <td>25.0]<br/>KVAR</td>     | %I | 0.9981PU | -7.27 | X-AREA-X<br>EXTERNA | X---ZONE---X | 9993 | [CT4<br>LOSS KW     | 25.0]<br>KVAR |
| TO   | BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 482.7    | 164.0   | 509.8  | 51 | 1.0000LK |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 2.74                | 13.98         |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -482.7   | -164.0  | 509.8  | 6  |          |       | EXTERNA             | 1            | XA   | 0.68                | 0.63          |

| ESCENARIO 2. 175 MW CON UNA APORTACIÓN DEL 50% DE SISTEMAS AUTÓNOMOS |                |      |      |      |     |          |         |         |          |          |       |          |             |               |         |
|--|----------------|------|------|------|-----|----------|---------|---------|----------|----------|-------|----------|-------------|---------------|---------|
| BUS  | BTCT1          | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9902PU | -8.73 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9998 [BTCT1   | .400]   |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 550.0    | 172.0   | 576.3   | 0.3961KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -550.0   | -172.0  | 576.3   | 58       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.56          | 18.15   |
| BUS  | BTCT2          | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9854PU | -8.80 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9996 [BTCT2   | .400]   |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 520.0    | 162.0   | 544.7   | 0.3942KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -520.0   | -162.0  | 544.6   | 55       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.21          | 16.37   |
| BUS  | BTCT3          | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9810PU | -8.95 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9994 [BTCT3   | .400]   |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 535.0    | 167.0   | 560.5   | 0.3924KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -535.0   | -167.0  | 560.5   | 57       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.43          | 17.49   |
| BUS  | BTCT4          | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9780PU | -9.11 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9992 [BTCT4   | .400]   |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 570.0    | 178.0   | 597.1   | 0.3912KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -570.0   | -178.0  | 597.1   | 61       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.91          | 19.98   |
| BUS  | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 1.0132PU | -6.95 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 1058 [SUBESTA | 25.0]   |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 2    | 2   | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3 | 25.330KV |          |       | INTERNA  | 3           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | SWITCHED SHUNT |      |      |      |     | 0.0      | -6159.4 | 6159.4  |          |          |       | INTERNA  | 3           | 30.45         | 1318.98 |
| TO   | SUBESTA        | 110  | 1060 | 2    | 1   | -20482.4 | -271.0  | 20484.2 | 51       | 0.9635UM |       | EXTERNA  | 1           | 13.90         | 12.90   |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 2215.4   | 775.4   | 2347.2  | 27       |          |       | EXTERNA  | 1           | 7.79          | 3.62    |
| BUS  | CT1            | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 1.0057PU | -7.13 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9999 [CT1     | 25.0]   |
| TO   | BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 553.6    | 190.1   | 585.3   | 25.142KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -2201.5  | -762.5  | 2329.8  | 58       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.56          | 18.15   |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 1647.9   | 572.3   | 1744.5  | 27       |          |       | EXTERNA  | 3           | 13.90         | 12.90   |
| BUS  | CT2            | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 1.0001PU | -7.28 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9997 [CT2     | 25.0]   |
| TO   | BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 523.2    | 178.4   | 552.8   | 25.002KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -1640.1  | -565.1  | 1734.7  | 55       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.21          | 16.37   |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 1116.9   | 386.7   | 1182.0  | 20       |          |       | EXTERNA  | 1           | 7.79          | 3.62    |
| BUS  | CT3            | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9963PU | -7.37 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9995 [CT3     | 25.0]   |
| TO   | BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 538.4    | 184.5   | 569.2   | 24.907KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -1113.3  | -383.4  | 1177.5  | 57       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.43          | 17.49   |
| TO   | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 574.9    | 198.9   | 608.3   | 14       |          |       | EXTERNA  | 1           | 3.62          | 3.36    |
| BUS  | CT4            | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9943PU | -7.42 | X-AREA-X | X---ZONE--- | 9993 [CT4     | 25.0]   |
| TO   | BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 573.9    | 198.0   | 607.1   | 24.857KV |          |       | EXTERNA  | 1           | LOSS KW       | KVAR    |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -573.9   | -198.0  | 607.1   | 61       | 1.0000UM |       | EXTERNA  | 1           | 3.91          | 19.98   |
|  |                |      |      |      |     |          |         |         | 7        |          |       | EXTERNA  | 1           | 0.97          | 0.90    |



| ESCEMARIO 3.340 MW CON UNA APORTACION DEL 5% DE SISTEMAS AUTÓMOMOS |                |      |      |      |     |          |         |         |          |          |          |             |             |      |          |         |       |
|--|----------------|------|------|------|-----|----------|---------|---------|----------|----------|----------|-------------|-------------|------|----------|---------|-------|
| BUS  | BTCT1          | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9740PU | -10.02   | X-AREA-X    | X---ZONE--- | X    | 9998     | [BTCT1  | .400] |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 850.0    | 265.0   | 890.4   | 0.3896KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| BUS BTCT2  | .400           | 9996 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9661PU | -10.15   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9996 | [BTCT2   | .400]   |       |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 810.0    | 253.0   | 848.6   | 0.3865KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| BUS BTCT3  | .400           | 9994 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9597PU | -10.36   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9994 | [BTCT3   | .400]   |       |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 820.0    | 256.0   | 859.0   | 0.3839KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| BUS BTCT4  | .400           | 9992 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9552PU | -10.58   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9992 | [BTCT4   | .400]   |       |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 860.0    | 269.0   | 901.1   | 0.3821KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| BUS SUBESTA  | 25.0           | 1058 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 1.0106PU | -7.22    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 1058 | [SUBESTA | 25.0]   |       |
| TO   | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3 | 25.264KV |          |          | INTERNA     | 3           | TA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| TO   | SWITCHED SHUNT |      |      |      |     | 0.0      | -6127.5 | 6127.5  |          |          |          | INTERNA     | 3           | TA   | 34.42    | 1490.76 |       |
| TO   | SUBESTA        | 110  | 1060 | 2    | 1   | -21705.9 | -806.8  | 21720.9 | 54       | 0.9635UN |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 34.15    | 31.68   |       |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 3438.9   | 1279.3  | 3669.2  | 42       |          |          | X-AREA-X    | X---ZONE--- | X    | 9999     | [CT1    | 25.0] |
| BUS CT1  | 25.0           | 9999 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9987PU | -7.50    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9999 | [CT1     | 25.0]   |       |
| TO   | BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 858.8    | 309.8   | 912.9   | 24.968KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| TO   | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -3404.8  | -1247.7 | 3626.2  | 42       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 8.77     | 44.77   |       |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 2546.0   | 937.9   | 2713.3  | 32       |          |          | INTERNA     | 3           | TA   | 34.15    | 31.68   |       |
| BUS CT2  | 25.0           | 9997 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9899PU | -7.71    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9997 | [CT2     | 25.0]   |       |
| TO   | BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 818.1    | 294.3   | 869.4   | 24.747KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| TO   | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -2526.9  | -920.2  | 2689.2  | 32       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 8.10     | 41.33   |       |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 1708.8   | 625.8   | 1819.8  | 21       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 19.12    | 17.74   |       |
| BUS CT3  | 25.0           | 9995 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9839PU | -7.86    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9995 | [CT3     | 25.0]   |       |
| TO   | BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 828.4    | 298.9   | 880.7   | 24.597KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| TO   | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -1700.0  | -617.7  | 1808.8  | 21       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 8.41     | 42.93   |       |
| TO   | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 871.6    | 318.8   | 928.1   | 11       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 8.76     | 8.12    |       |
| BUS CT4  | 25.0           | 9993 | AREA | CKT  | KW  | KVAR     | KVA     | %I      | 0.9808PU | -7.93    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           | 9993 | [CT4     | 25.0]   |       |
| TO   | BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 869.3    | 316.7   | 925.2   | 24.520KV |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | LOSS     | KW      | KVAR  |
| TO   | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -869.3   | -316.7  | 925.2   | 11       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 9.34     | 47.68   |       |
|  |                |      |      |      |     |          |         |         |          |          |          | EXTERNA     | 1           | XA   | 2.31     | 2.14    |       |



| ESCENARIO 3.270 MW CON UNA APORTACIÓN DEL 20% DE SISTEMAS AUTÓNOMOS |                |      |      |      |     |          |         |         |    |          |          |          |             |    |       |          |       |
|---|----------------|------|------|------|-----|----------|---------|---------|----|----------|----------|----------|-------------|----|-------|----------|-------|
| BUS   | BTCT1          | .400 | 9998 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9754PU | -9.90    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9998  | [BTCT1   | .400] |
| TO  | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | 820.0    | 256.0   | 859.0   | 88 | 1.0000UN | 0.3901KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -820.0   | -256.0  | 859.0   | 88 | 1.0000UN |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.14  | 41.56    |       |
| BUS   | BTCT2          | .400 | 9996 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9671PU | -10.09   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9996  | [BTCT2   | .400] |
| TO  | LOAD-PQ        | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 800.0    | 250.0   | 838.2   | 87 | 1.0000UN | 0.3868KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -800.0   | -250.0  | 838.2   | 87 | 1.0000UN |          | EXTERNA  | 1           | XA | 7.89  | 40.25    |       |
| BUS   | BTCT3          | .400 | 9994 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9607PU | -10.30   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9994  | [BTCT3   | .400] |
| TO  | LOAD-PQ        | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 810.0    | 253.0   | 848.6   | 88 | 1.0000UN | 0.3843KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -810.0   | -253.0  | 848.6   | 88 | 1.0000UN |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.19  | 41.80    |       |
| BUS   | BTCT4          | .400 | 9992 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9567PU | -10.48   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9992  | [BTCT4   | .400] |
| TO  | LOAD-PQ        | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 840.0    | 262.0   | 879.9   | 92 | 1.0000UN | 0.3827KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | -840.0   | -262.0  | 879.9   | 92 | 1.0000UN |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.88  | 45.32    |       |
| BUS   | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 1.0107PU | -7.20    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 1058  | [SUBESTA | 25.0] |
| TO  | LOAD-PQ        | 25.0 | 9999 | 1    | 2   | 18267.0  | 5655.0  | 19122.3 |    | 25.268KV |          | INTERNA  | 3           | TA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | SWITCHED SHUNT | 110  | 1060 | 2    | 1   | 0.0      | -6129.5 | 6129.5  | 54 | 0.9635UN |          | INTERNA  | 3           | TA | 34.17 | 1479.96  |       |
| TO  | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -21631.8 | -772.7  | 21645.6 | 54 | 0.9635UN |          | EXTERNA  | 1           | XA | 32.65 | 30.29    |       |
| BUS   | CT1            | 25.0 | 9999 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9992PU | -7.48    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9999  | [CT1     | 25.0] |
| TO  | BTCT1          | .400 | 9998 | 1    | 1   | 828.1    | 297.6   | 880.0   | 88 | 1.0000LK | 24.979KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | SUBESTA        | 25.0 | 1058 | 2    | 1   | -3332.2  | -1216.9 | 3547.4  | 41 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.14  | 41.56    |       |
| TO  | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | 2504.0   | 919.4   | 2667.5  | 31 |          |          | INTERNA  | 3           | TA | 32.65 | 30.29    |       |
| BUS   | CT2            | 25.0 | 9997 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9905PU | -7.69    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9997  | [CT2     | 25.0] |
| TO  | BTCT2          | .400 | 9996 | 1    | 1   | 807.9    | 290.2   | 858.4   | 87 | 1.0000LK | 24.762KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT1            | 25.0 | 9999 | 1    | 1   | -2485.6  | -902.2  | 2644.3  | 31 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 7.89  | 40.25    |       |
| TO  | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | 1677.7   | 612.0   | 1785.8  | 21 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 18.46 | 17.13    |       |
| BUS   | CT3            | 25.0 | 9995 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9846PU | -7.83    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9995  | [CT3     | 25.0] |
| TO  | BTCT3          | .400 | 9994 | 1    | 1   | 818.2    | 294.8   | 869.7   | 88 | 1.0000LK | 24.615KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT2            | 25.0 | 9997 | 1    | 1   | -1669.3  | -604.2  | 1775.2  | 21 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.19  | 41.80    |       |
| TO  | CT4            | 25.0 | 9993 | 1    | 1   | 851.1    | 309.4   | 905.6   | 11 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.42  | 7.81     |       |
| BUS   | CT4            | 25.0 | 9993 | AREA | CKT | KW       | KVAR    | KVA     | %I | 0.9816PU | -7.90    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X  | 9993  | [CT4     | 25.0] |
| TO  | BTCT4          | .400 | 9992 | 1    | 1   | 848.9    | 307.3   | 902.8   | 92 | 1.0000LK | 24.540KV | EXTERNA  | 1           | XA | LOSS  | KW       | KVAR  |
| TO  | CT3            | 25.0 | 9995 | 1    | 1   | -848.9   | -307.3  | 902.8   | 11 |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 8.88  | 45.32    |       |
|   |                |      |      |      |     |          |         |         |    |          |          | EXTERNA  | 1           | XA | 2.19  | 2.03     |       |



| ESCENARIO 3.045 MW CON UNA APORTACIÓN DEL 50% DE SISTEMAS AUTÓNOMOS |       |      |      |      |          |         |         |         |          |          |          |             |             |    |      |          |       |      |       |         |  |
|---|-------|------|------|------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-------------|-------------|----|------|----------|-------|------|-------|---------|--|
| BUS   | BTCT1 | .400 | 9998 | AREA | CKT      | KW      | KVAR    | KVA     | %I       | 0.9782PU | -9.69    | X-AREA-X    | X---ZONE--- | X  | 9998 | [BTCT1   | .400] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ  |       |      |      |      | 1        | 775.0   | 242.0   | 811.9   |          | 0.3913KV |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      |       |         |  |
| TO CT1  |       | 25.0 | 9999 | 1    | 1        | -775.0  | -242.0  | 811.9   | 83       | 1.0000UM |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 7.23  | 36.91   |  |
| BUS BTCT2   | .400  | 9996 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9713PU | -9.78    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9996 | [BTCT2   | .400] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ  |       |      |      | 1    |          | 730.0   | 228.0   | 764.8   |          | 0.3885KV |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      |       |         |  |
| TO CT2  |       | 25.0 | 9997 | 1    | 1        | -730.0  | -228.0  | 764.8   | 79       | 1.0000UM |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 6.51  | 33.21   |  |
| BUS BTCT3   | .400  | 9994 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9655PU | -9.97    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9994 | [BTCT3   | .400] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ  |       |      |      | 1    |          | 740.0   | 231.0   | 775.2   |          | 0.3862KV |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      |       |         |  |
| TO CT3  |       | 25.0 | 9995 | 1    | 1        | -740.0  | -231.0  | 775.2   | 80       | 1.0000UM |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 6.77  | 34.54   |  |
| BUS BTCT4   | .400  | 9992 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9607PU | -10.24   | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9992 | [BTCT4   | .400] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ  |       |      |      | 1    |          | 800.0   | 250.0   | 838.2   |          | 0.3843KV |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      |       |         |  |
| TO CT4  |       | 25.0 | 9993 | 1    | 1        | -800.0  | -250.0  | 838.2   | 87       | 1.0000UM |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 7.99  | 40.79   |  |
| BUS SUBESTA   | 25.0  | 1058 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 1.0113PU | -7.15    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 1058 | [SUBESTA | 25.0] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO LOAD-PQ  |       |      |      | 2    |          | 18267.0 | 5655.0  | 19122.3 |          | 25.282KV |          | INTERNA     | 3           | TA |      |          |       |      |       |         |  |
| TO SWITCHED SHUNT   |       |      |      |      |          | 0.0     | -6135.9 | 6135.9  |          |          |          |             |             |    |      |          |       |      |       |         |  |
| TO SUBESTA  | 110   | 1060 | 2    | 1    | -21393.5 | -664.7  | 21403.9 | 53      | 0.9635UM |          | INTERNA  | 3           | TA          |    |      |          |       |      | 33.37 | 1445.58 |  |
| TO CT1  |       | 25.0 | 9999 | 1    | 1        | 3126.5  | 1145.7  | 3329.8  | 38       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 28.09 | 26.06   |  |
| BUS CT1   | 25.0  | 9999 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 1.0005PU | -7.41    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9999 | [CT1     | 25.0] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO BTCT1  | .400  | 9998 | 1    | 1    | 782.2    | 278.9   | 830.5   | 83      | 1.0000LK |          | EXTERNA  | 1           | XA          |    |      |          |       |      | 7.23  | 36.91   |  |
| TO SUBESTA  | 25.0  | 1058 | 2    | 1    | -3098.5  | -1119.6 | 3294.5  | 38      |          |          | INTERNA  | 3           | TA          |    |      |          |       |      | 28.09 | 26.06   |  |
| TO CT2  |       | 25.0 | 9997 | 1    | 1        | 2316.2  | 840.7   | 2464.1  | 29       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 15.71 | 14.58   |  |
| BUS CT2   | 25.0  | 9997 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9925PU | -7.60    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9997 | [CT2     | 25.0] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO BTCT2  | .400  | 9996 | 1    | 1    | 736.5    | 261.2   | 781.5   | 79      | 1.0000LK |          | EXTERNA  | 1           | XA          |    |      |          |       |      | 6.51  | 33.21   |  |
| TO CT1  |       | 25.0 | 9999 | 1    | 1        | -2300.5 | -826.1  | 2444.3  | 29       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 15.71 | 14.58   |  |
| TO CT3  |       | 25.0 | 9995 | 1    | 1        | 1564.0  | 564.9   | 1662.9  | 19       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 7.27  | 6.75    |  |
| BUS CT3   | 25.0  | 9995 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9871PU | -7.74    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9995 | [CT3     | 25.0] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO BTCT3  | .400  | 9994 | 1    | 1    | 746.8    | 265.5   | 792.6   | 80      | 1.0000LK |          | EXTERNA  | 1           | XA          |    |      |          |       |      | 6.77  | 34.54   |  |
| TO CT2  |       | 25.0 | 9997 | 1    | 1        | -1556.7 | -558.2  | 1653.8  | 19       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 7.27  | 6.75    |  |
| TO CT4  |       | 25.0 | 9993 | 1    | 1        | 810.0   | 292.6   | 861.2   | 10       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 1.97  | 1.83    |  |
| BUS CT4   | 25.0  | 9993 | AREA | CKT  | KW       | KVAR    | KVA     | %I      | 0.9842PU | -7.81    | X-AREA-X | X---ZONE--- | X           |    | 9993 | [CT4     | 25.0] | LOSS | KW    | KVAR    |  |
| TO BTCT4  | .400  | 9992 | 1    | 1    | 808.0    | 290.8   | 858.7   | 87      | 1.0000LK |          | EXTERNA  | 1           | XA          |    |      |          |       |      | 7.99  | 40.79   |  |
| TO CT3  |       | 25.0 | 9995 | 1    | 1        | -808.0  | -290.8  | 858.7   | 10       |          |          | EXTERNA     | 1           | XA |      |          |       |      | 1.97  | 1.83    |  |

